

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-230399

(43)Date of publication of application : 05.09.1997

(51)Int.Cl. G02F 1/35
H01S 3/094
H01S 3/10
H01S 3/108

(21)Application number : 08-036406

(71)Applicant : FURUKAWA ELECTRIC CO
LTD:THE

(22)Date of filing : 23.02.1996

(72)Inventor : OSHIMA ISAMU
FUJISAKI AKIRA
OGOSHI HARUKI

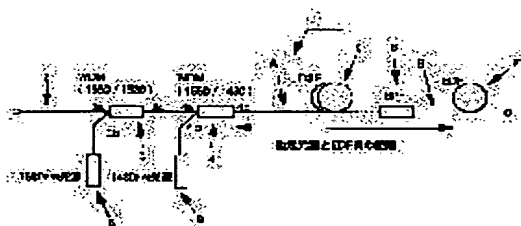
(54) LIGHT AMPLIFIER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To extend a transmission distance by increasing exciting light power by Raman-amplifying exciting light of a specific band by a Raman amplifying light source of a specific band width in transmission in an optical fiber and amplifying signal light as an exciting light source.

SOLUTION: An optical multiplexer/demultiplexer 4 is an optical multiplexer/ demultiplexer having characteristics transmitting a wavelength of near 1,550nm only in an input port 4a near 1430nm only in an input port 4b, and near 1,430nm to 1,550nm in an output port 4c. As a core diameter of a dispersion shift optical fiber 5 connecting the optical multiplexer/demultiplexer 4 and a Er dope optical fiber 7 is smaller than a normal optical fiber, Raman amplification is easy to occur, light near 1,530nm is Raman-amplified by exciting light of a Raman amplification light source 9 of 1,430nm during transmission in the dispersion shift optical fiber 5.

Thereby, decreasing of exciting light power in transmission in an optical fiber can be filled, a distance in which exciting light reaches the Er dope optical fiber 7 can be extended.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 9 - 2 3 0 3 9 9

(43) 公開日 平成9年(1997)9月5日

(51) Int. Cl. ^e	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F	1/35	5 0 1	G 0 2 F	1/35 5 0 1
H 0 1 S	3/094		H 0 1 S	3/10 Z
	3/10			3/108
	3/108			3/094 S

審査請求 未請求 請求項の数 4

O L

(全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-36406

(22) 出願日 平成8年(1996)2月23日

(71) 出願人 000005290

古河電気工業株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(72) 発明者 大島 勇

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河
電気工業株式会社内

(72) 発明者 藤崎 晃

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河
電気工業株式会社内

(72) 発明者 大越 春喜

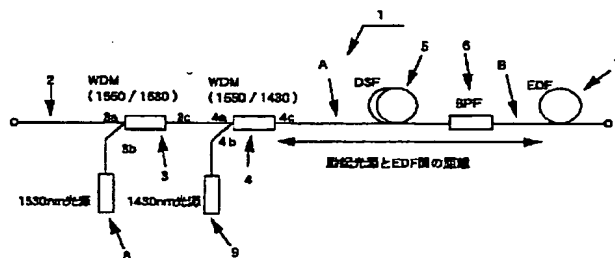
東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河
電気工業株式会社内

(54) 【発明の名称】 光増幅装置

(57) 【要約】

【課題】 励起光パワーを増大させることによって伝送距離の拡大を可能にしたErドープ光ファイバ型の光増幅装置を提供する。

【解決手段】 励起光源 8 として1530nm帯の光源を用いて信号光をErドープ光ファイバ 7 で増幅するErドープ光ファイバ型の光増幅装置 1 において、1530nm帯の励起光は1430nm～1450nm帯のラマン増幅光源 9 によって光ファイバ 5 を伝送中にラマン増幅されて励起光源として信号光を増幅する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 励起光源として1530nm帯の光源を用いて信号光をErドープ光ファイバで増幅するErドープ光ファイバ型の光増幅装置において、前記1530nm帯の励起光は1430nm～1450nm帯のラマン増幅光源によって光ファイバを伝送中にラマン増幅されて励起光源として信号光を増幅することを特徴とするErドープ光ファイバ型の光増幅装置。

【請求項 2】 1530nm帯の励起光源は分散シフト光ファイバを伝送中に1430nm～1450nm帯のラマン増幅光源によってラマン増幅されることを特徴とする請求項 1 に記載の光増幅装置。

【請求項 3】 信号光は波長が1550nm～1570nm帯であることを特徴とする請求項 1 および請求項 2 に記載の光増幅装置。

【請求項 4】 信号光は波長が1460nm～1480nm帯のラマン増幅光源によって光ファイバを伝送中にラマン増幅されることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 に記載の光増幅装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は光伝送システムに使用される光増幅装置に関するもので、特に遠隔励起方式のErドープ光ファイバ型の光増幅装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】光海底伝送システムに使用される光増幅装置として、励起光源を海底に沈めることなく光の増幅を行うことができる遠隔励起方式の光増幅装置が提案されている。Erドープ光ファイバ型の光増幅装置の励起光としては980nm帯と1480nm帯が一般的に用いられているが、上記の遠隔励起方式の場合は光伝送路中での損失が小さい1480nm帯の励起光源が用いられる。

【0003】遠隔励起方式の光増幅装置は、励起光源を海底に沈める必要がないという利点を有しているものの、励起光が光伝送路を伝搬するとき光伝送路中の損失によって減少するので、光増幅装置に到達するまでに励起光パワーが減少するという欠点を持っている。このためErドープ光ファイバを光増幅装置として作用するためには、励起光源とErドープ光ファイバ間の距離を短くしてErドープ光ファイバに到達できる励起光パワーを確保する必要があり、伝送距離の長尺化の妨げになっていた。

【0004】この欠点を補うために偏波合波器や光合波分波器を用いて励起光パワーを合成し、大きな励起光パワーを送り出すことによって励起光源とErドープ光ファイバ間の距離を延ばしている。しかし、この方法では最大4個しか偏波合波器や光合波分波器で励起光源となる半導体レーザを用いることができず、より大きな励起光パワーを得る手段が求められている。

【0005】本発明は上記の課題を解決し、励起光パワーを増大させることによって伝送距離の拡大を可能にしたErドープ光ファイバ型の光増幅装置を提供することを目的とするものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は上記の課題を解決するために以下のような手段を有している。

【0007】本発明のうち請求項 1 の光増幅装置は、励起光源として1530nm帯の光源を用いて信号光をErドープ光ファイバで増幅するErドープ光ファイバ型の光増幅装置において、前記1530nm帯の励起光は1430nm～1450nm帯のラマン増幅光源によって光ファイバを伝送中にラマン増幅されて励起光源として信号光を増幅することを特徴とする。

【0008】本発明のうち請求項 2 の光増幅装置は、1530nm帯の励起光源は分散シフト光ファイバを伝送中に1430nm～1450nm帯のラマン増幅光源によってラマン増幅されることを特徴とする。

【0009】本発明のうち請求項 3 の光増幅装置は、信号光は波長が1550nm～1570nm帯であることを特徴とする。

【0010】本発明のうち請求項 4 の光増幅装置は、信号光は波長が1460nm～1480nm帯のラマン増幅光源によって光ファイバを伝送中にラマン増幅されることを特徴とする。

【0011】本発明の請求項 1 の光増幅装置によれば、励起光源として伝送損失が小さい1530nm帯の光源を用いるので励起光がErドープ光ファイバに到達するまでの距離を長くすることができることに加え、1530nm帯の励起光が光ファイバを伝送中に1430nm～1450nm帯のラマン増幅光源によってラマン増幅されるので、励起光パワーが光ファイバを伝送中に減少するのを補填することができ、励起光がErドープ光ファイバに到達するまでの距離をより長くすることが可能となる。

【0012】本発明の請求項 2 の光増幅装置によれば、1530nm帯の励起光源をラマン増幅する光ファイバとしてラマン増幅しやすい分散シフト光ファイバが用いられるので、ラマン増幅の効果がより大きくなり、励起光がErドープ光ファイバに到達するまでの距離をさらに長くすることが可能となる。

【0013】Erドープ光ファイバの吸収波長帯として980nmと1480nmの他に1530nmがあることが知られている。図5は波長が1530nmの光源を励起光としたときのErドープ光ファイバの利得の波長特性を示すものである。図5は入射信号光強度-35dBm、励起光強度40mWのときの結果である。本発明はErドープ光ファイバの励起光として光伝送路中の損失が最も小さい波長が1530nm近傍の光を用いたものである。

【0014】また、この1530nm近傍の励起光を波長が1430nm～1450nmの光源を用いてラマン増幅することによっ

て光伝送路での1530nmの励起光の損失を補填するものである。

【0015】本発明の請求項3の光増幅装置によれば、信号光は波長が1550nm～1570nm帯であるので、1530nm近傍の励起光によって増幅されるとともに1550nm～1570nm帯の信号光も1450nmの光によってラマン増幅されるので光増幅装置の利得特性が向上する。

【0016】本発明の請求項4の光増幅装置によれば、信号光は波長が1460nm～1480nm帯のラマン増幅光源によって光ファイバを伝送中に直接ラマン増幅されるので、光増幅装置の利得特性がさらに向上する。

【0017】

【発明の実施の形態】以下に本発明の光増幅装置を実施の形態により詳細に説明する。図1は、本発明の光増幅装置の一実施の形態の基本的な構成を示すものである。図1に示すように、光増幅装置1は、信号光入力光ファイバ2、光合波分波器3、光合波分波器4、分散シフト光ファイバ5、バンドパスフィルタ6およびErをドープしたErイオンドープ光ファイバ7がこの順で接続させている。また、光合波分波器3の入力ポート3bには励起光源8および光合波分波器4の入力ポート4bにはラマン増幅光源9が接続されている。光合波分波器3は、入力ポート3aは1550nm付近のみ、入力ポート3bは1530nm付近のみ、および出力ポート3cは1550nm付近と1530nm付近の両方の波長を透過させる特性を持った光合波分波器である。

【0018】また、光合波分波器4は、入力ポート4aは1550nm付近のみ、入力ポート4bは1430nm付近のみ、および出力ポート4cは1550nm付近から1430nm付近の波長を透過させる特性を持った光合波分波器である。光合波分波器4とErイオンドープ光ファイバ7を結ぶ分散シフト光ファイバ5は、コア径が通常の光ファイバより小さいのでラマン増幅が起こり易いく、分散シフト光ファイバ5を伝送中に1530nm付近の光が1430nmのラマン増幅光源9の励起光によってラマン増幅される。

【0019】図2は分散シフト光ファイバ5を伝送中に1530nm付近の励起光源8の光が1430nmのラマン増幅光源9の励起光によってラマン増幅された状態とラマン増幅されない状態を示すスペクトラム波形である。図2

(イ)は、図1のA点すなわち分散シフト光ファイバ5を透過する前の1530nm付近の光のスペクトラム波形である。図2(ロ)は、図1のB点すなわち分散シフト光ファイバ5を透過後の1430nmの励起光がない状態の1530nm付近の光のスペクトラム波形である。図2(ハ)は、図1のB点すなわち分散シフト光ファイバ5を透過後の1430nmの励起光を1530nm付近の光と同時に透過させたスペクトラム波形である。図2から、1430nmの励起光を同時に分散シフト光ファイバ5に透過させた場合にはラマン増幅によって1530nm付近の光強度が増幅されていることがわかる。図2においては、1430nmの励起光強度が23

0mW、分散シフト光ファイバ5の長さが40kmのとき1530nm付近の光強度はラマン増幅によって約5.5dB増幅された。これはラマン増幅がない場合に対してラマン増幅がある場合に約5.5dBの利得があったということになる。

【0020】また、信号光(波長1554nm)も1430nmの励起光に起因するラマン増幅によって約10.4dB利得が得られた。分散シフト光ファイバ5を透過した1430nmの励起光は1500nm以下の波長をカットするバンドパスフィルタ6でカットされ、ラマン増幅された1530nmの励起光以上の光がErドープ光ファイバ7に入射され信号光(波長1554nm)を励起する。

【0021】以上のように1530nmの励起光源出力はラマン増幅されるのでErドープ光ファイバ7と励起光源8の距離が拡大してもErドープ光ファイバ7が光増幅器として作用するのに十分な励起光出力がErドープ光ファイバ7に到達できるので、励起光および信号光の伝送距離の拡大が可能になった。図3は、1530nm帯の励起光源としてErドープ光ファイバの自然放出光を用いたときの遠隔励起方式の光増幅装置の具体的な構成を示す構成図である。1530nm帯の励起光源8は、Erドープ光ファイバ8aの自然放出光をバンドパスフィルタ8bで1530nm付近のみ透過させ、その透過した光をErドープ光ファイバ8cで増幅したもので、Erドープ光ファイバ8cで増幅した後に光合波分波器3に入力して信号光に合波している。

【0022】また、1430nm付近の波長のラマン増幅光源9としては、波長が1435nmの光源9aと波長が1450nmの光源9bをそれぞれ2個ずつ用いてそれらを偏波合波器9c、9dで合波する。偏波合波器9cおよび偏波合波器9dで合波された波長が1430nmの光と波長が1450nmの光は光合波分波器9eで合波して光合波分波器4に入力して分散シフト光ファイバ5に出力される。図3の光増幅装置の動作については、図1に示した光増幅装置と同様につき詳細な説明は省略する。

【0023】図4は、1530nm帯の励起光源としてErドープ光ファイバの自然放出光を用いたときの遠隔励起方式の光増幅装置の他の具体的な構成を示す構成図である。1530nm帯の励起光源8は、Erドープ光ファイバ8aの自然放出光をバンドパスフィルタ8bで1530nm付近のみ透過させ、その透過した光をErドープ光ファイバ8cで増幅したもので、Erドープ光ファイバ8cで増幅した後に光合波分波器3に入力して信号光に合波している。

【0024】また、ラマン増幅光源9は、波長が1440nmの光源9fを2個用いてそれらを偏波合波器9hで合波するとともに、波長が1470nmの光源9gを2個用いてそれらを偏波合波器9iで合波する。偏波合波器9hおよび偏波合波器9iで合波された波長が1440nmの光と波長が1470nmの光は光合波分波器9jで合波して光合波分波器4に入力して分散シフト光ファイバ5に出力される。

【0025】光合波分波器4に入力された波長が1440nm

の光は1530nm帯の励起光源8の伝送路での損失を補填するために、励起光源8をラマン増幅させることを目的としたものである。光合波分波器4に入力された波長が1470nmの光は1550nm帯の信号光の伝送路での損失を補填するために、信号光をラマン増幅させることを目的としたものである。すなわち、波長が1460nm～1480nmである信号光ラマン増幅用励起光源9 gを用いて信号光をラマン増幅し、更に波長が1430nm～1450nmである励起光ラマン増幅用励起光源9 fを用いることによってErドープ光ファイバ7に到達でき信号光励起光強度を増加させる。その結果光増幅装置の利得特性が向上して励起光および信号光の伝送距離の拡大が可能になった。

【0026】

【発明の効果】以上述べたように、本発明の請求項1の光増幅装置によれば、励起光源として伝送損失が小さい1530nm帯の光源を用いるので励起光がErドープ光ファイバに到達するまでの距離を長くすることができることに加え、1530nm帯の励起光が光ファイバを伝送中に1430nm～1450nm帯のラマン増幅光源によってラマン増幅されるので、励起光パワーが光ファイバを伝送中に減少するのを補填することができ、励起光がErドープ光ファイバに到達するまでの距離をより長くすることが可能となる。

【0027】本発明の請求項2の光増幅装置によれば、1530nm帯の励起光源をラマン増幅する光ファイバとしてラマン増幅しやすい分散シフト光ファイバが用いられる

ので、ラマン増幅の効果がより大きくなり、励起光をErドープ光ファイバに到達するまでの距離をさらにより長くすることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光増幅装置の一実施の形態を示す構成図である。

【図2】図1の光増幅装置のラマン増幅の作用を示す励起光のスペクトラム波形図である。

【図3】図1の光増幅装置の励起光源およびラマン光源の具体例を示す構成図である。

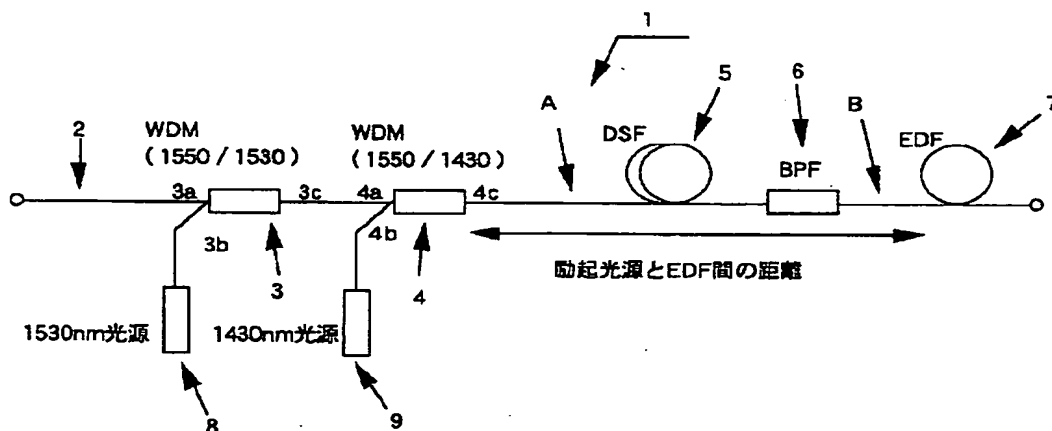
【図4】図1の光増幅装置の励起光源およびラマン光源の他の具体例を示す構成図である。

【図5】波長が1530nmの光源を励起光としたときのErドープ光ファイバの利得の波長特性を示す説明図である。

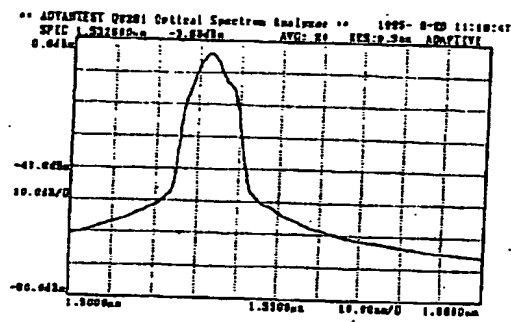
【符号の説明】

- 1 光増幅装置
- 2 信号光入力光ファイバ
- 3 光合波分波器
- 4 光合波分波器
- 5 分散シフト光ファイバ
- 6 バンドパスフィルタ
- 7 Erドープ光ファイバ
- 8 励起光源
- 9 ラマン増幅光源

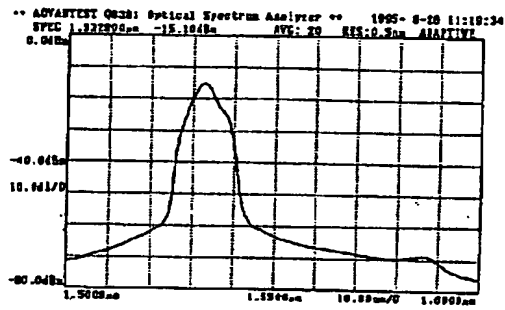
【図1】



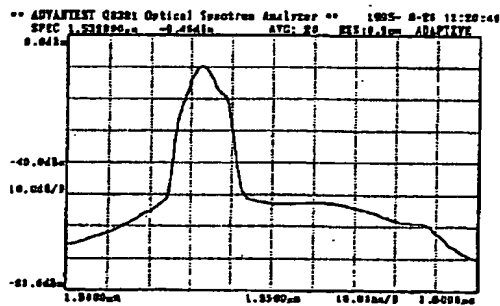
【図2】



(a) DSF透過前

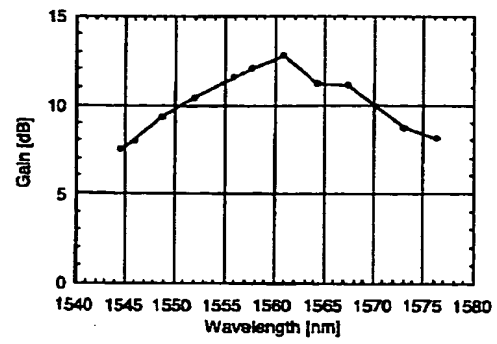


(b) DSF透過後、ラマン増幅なし

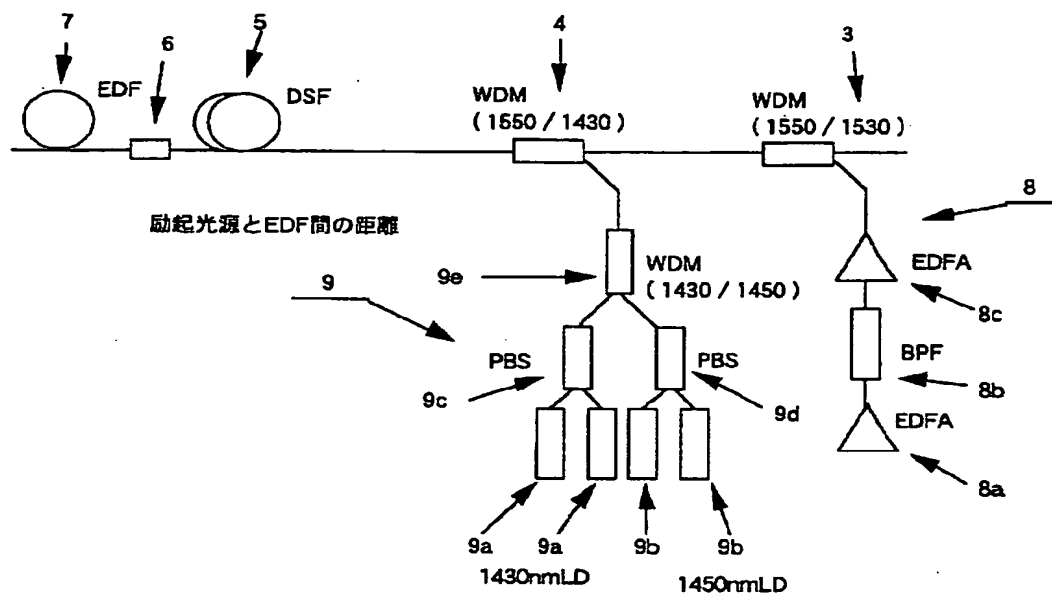


(c) DSF透過後、ラマン増幅あり

【図5】



【図 3】



【図 4】

